

М. О. Афанасенко, Е. Б. Агапитов

Магнитогорский государственный технический университет
им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск

afanasenko_1999@list.ru

УПРАВЛЕНИЕ ТЕПЛОВЫМИ ПОТЕРЯМИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СОВРЕМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ФУТЕРОВКИ ПЕЧЕЙ

В работе исследованы тепловые потери при различных вариантах выполнения футеровки термической печи.

Ключевые слова: футеровка, тепловые потери, огнеупорные материалы, теплоизоляционные материалы.

М. О. Afanasenko, E. B. Agapitov

Nosov Magnitigorsk State Technical University, Magnitigorsk

HEAT LOSS MANAGEMENT WHEN USING MODERN MATERIALS FOR FURNACE LINING

In this work, heat losses are studied for various options for lining a thermal furnace.

Keywords: lining, heat loss, refractory materials, heat-insulating materials.

Известно, что до 80–85 % энергоносителей в промышленно развитых странах расходуется в промышленности и энергетике, в частности, при эксплуатации промышленных печей, термического и энергетического оборудования. Поэтому в настоящее время задача экономии энергоресурсов, особенно в энергетике стоит необычайно остро и актуально.

Футеровка печи обычно состоит из огнеупорного и теплоизоляционного слоя. В функцию огнеупорного слоя входит защита внешних стен от повреждений термического, механического, химического или физического характера. Теплоизоляционные материалы, используемые в футеровке печей, применяются для уменьшения теплотерь через стены печи в окружающую среду, снижения температуры на наружной поверхности печи до заданных параметров, уменьшения теплоты, аккумулированной футеровкой.

С появлением новых материалов актуальной становится задача их выбора и рационального обоснования толщины слоев.

Рассмотрим влияние огнеупорных теплоизоляционных материалов на величину тепловых потерь, для трёхзонной печи, в которой применяется трёхслойная футеровка. В настоящее время самым распространённым огнеупорным материалом для футеровки первого слоя является шамот и динас [1].

Для теплоизоляции и футеровки второго и третьего слоя традиционно применяют теплоизоляционные материалы-легковесы, такие как динас ДЛ-1,2 и шамот ШЛ-1,3, свойства которых приведены в табл. 1 [2].

Таблица 1

Теплоизоляционные материалы

Тип и марка изделия	Плотность, кг/м ³	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	Температура применения, °С
Динас ДЛ-1,2	1200	1,15	1500
Шамот ШЛ-1,3	1300	0,65	1350

В настоящее время появилось много новых высококачественных теплоизоляционных материалов и легковесных огнеупоров, применение которых может дать существенное снижение тепловых потерь [3]. Одним из них являются каолиновые плиты и плиты ШВП.

Так, высокотемпературные каолиновые плиты марки КТП-75, которые изготавливают из муллитокремнеземистого волокна с

добавлением неорганического связующего, выдерживают до 2000 циклов «нагрев-охлаждение». По данным изготовителей применение каолиновой теплоизоляции обеспечивает:

- существенное сокращение теплотерь нагревательных установок;
- экологические и гигиенические свойства каолиновых плит, а также изделий на их основе улучшают условия труда и снижают трудоемкость монтажа футеровки в 2–3 раза [4].

Плиты ШВП-35 изготавливаются из огнеупорного волокна муллитокремнеземистого состава с добавлением глинистой связки и последующей термообработкой (обжигом) и используются в качестве теплоизоляционного и термокомпенсационного материала.

В табл. 2 представлены основные свойства теплоизоляционных материалов ШВП-35 и КТП-75 [5].

Таблица 2

Свойства современных теплоизоляционные материалы

Тип и марка изделия	Плотность, кг/м ³	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	Температура применения, °С
Каолиновая плита КТП-75	450	0,19	1250
Плита ШВП - 350	350	0,23	1250

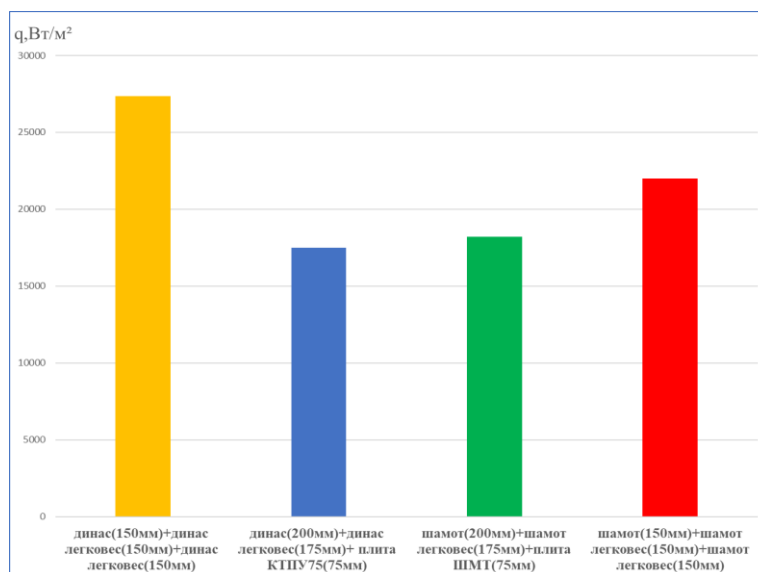
Были проведены расчеты тепловых потерь при изменении состава слоёв футеровки печи при следующих исходных данных: температура окружающей среды 30 °С, степень черноты рабочей поверхности 0,8; температура в рабочем пространстве печи 1200 °С, коэффициент теплоотдачи на поверхности теплоизоляционного слоя 20 Вт/(м²·град). Толщина футеровки 450 мм.

Были рассмотрены четыре вида трёхслойной футеровки и определены потери тепла через стенку по формуле:

$$q_{\text{тепл}} = \frac{t_{\text{кл}} - t_{\text{ос}}}{\sum_{i=1}^n \frac{S_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha}},$$

где $F_{\text{нар}}$ – площадь наружной поверхности стены, м².

На рисунке представлены результаты расчетов тепловых потерь через стенку печи.



Сравнение тепловых потерь через стенку печи
при различном составе футеровки

На основании проведенных расчетов можно сделать вывод, что применение современных материалов для теплоизоляции позволяет снизить тепловые потери через стенки печей на 19–37 %, что позволяет сократить расход топлива в печи.

Список использованных источников

1. Методические нагревательные печи / Н. Ю. Тайц, Ю. И. Розенгарт. М. : Металлургиздат, 1964. 406 с.
2. Теплотехнические характеристики огнеупорных и теплоизоляционных материалов [Электронный ресурс]. URL: <https://markmet.ru/ogneupornie-materialy/teplotekhnicheskie-kharakteristiki-ogneupornykh-i-teploizolyatsionnykh-mater-0> (дата обращения: 17.11.2019)
3. Футеровка печи. Материалы для футеровки [Электронный ресурс]. URL: <https://stroyfora.ru/p/post-306> (дата обращения: 19.11.2019)
4. Высокотемпературные и огнеупорные материалы [Электронный ресурс]. URL: <https://smrost.ru/p139888349-kaolinovaya-plita-ktp.html> (дата обращения: 20.11.2019)
5. Теплоизоляция [Электронный ресурс]. URL: <https://ceramgzhel.ru/katalog/teploizolyaciya/plityi/plityi-shvp/7482.html> (дата обращения: 20.11.2019)